

## 明 細 書

### 送風機の羽根車およびそれを備えた空気調和機

#### 技術分野

- [0001] 本願発明は、クロスフローファン、シロッコファン、ターボファン、プロペラファン等の送風機の羽根車およびそれを備えた空気調和機に関するものである。

#### 背景技術

- [0002] 例えば、クロスフローファン、シロッコファン、ターボファン、プロペラファン等の送風機の羽根車においては、羽根車を構成する羽根を通過する空気流により空力騒音が生じるという問題がある。この空力騒音の主な発生原因としては、羽根の負圧面側における空気流の剥離と、羽根の翼後縁側で発生する後流渦とが挙げられる。
- [0003] 上記空力騒音の低減を図るために、羽根車を構成する各羽根の一对の側縁の内、の少なくとも一方の側縁を鋸歯状に形成することにより、羽根の負圧面側における空気流の剥離を防止するとともに、羽根の翼後縁側における後流渦の発生を低減する技術が既に提案されている(特許文献1参照)。
- [0004] しかしながら、上記特許文献1に開示されている技術の場合、各羽根の側縁を鋸歯状に形成することから、各羽根の翼後縁側で発生する後流渦が、多数の不安定な渦に過剰に細分化される。そのため、これらの細分化された各渦が隣り合う渦と干渉し合い、空力騒音の大幅な低減効果が得られない場合が生じる。さらに、羽根の側縁を鋸歯状に形成するための加工は手間を要し、且つ羽根が小さい場合には鋸歯状に形成することが困難であるという問題もある。

特許文献1:特開平11-141494号公報

#### 発明の開示

#### 発明が解決しようとする課題

- [0005] 本願発明は、上記の点に鑑みてなされたもので、より簡単な形状で空力騒音を効果的に低減することができる送風機の羽根車およびそれを備えた空気調和機を提供することを目的とするものである。

#### 課題を解決するための手段

- [0006] 本願発明では、上記課題を解決するための第1の態様として、羽根15と、該羽根15の側縁に所定の間隔をおいて設けられる複数の切欠17と、該各切欠17の間に設けられる複数の平滑部18とを備える送風機の羽根車が提供される。
- [0007] 上記構成により、羽根15の側縁から放出される大きなスケールを有する横渦が、切欠17において形成される縦渦により、小さなスケールで組織化されて安定した横渦に細分化にされることから、空力騒音の低減を図ることができる。さらに、隣接する切欠17の間に設けられた平滑部18に起因して単位長さ当りの切欠17の数を少なくすることができることから、切欠17は、前記鋸歯に比べて容易に形成される。
- [0008] 本願発明では、上記課題を解決するための第2の態様として、回転軸線を有する円形の支持プレート14と、該支持プレート14の周縁部に設けられ、前記回転軸線と平行に延びるとともに所定の翼角を有する複数の羽根15とを備える送風機の羽根車が提供される。各羽根15の一对の側縁の内の外縁15aには複数の切欠17が設けられ、各切欠17は、各羽根15の長手方向に沿って所定の間隔をおいて配置される。各切欠17の間には平滑部18が設けられる。
- [0009] 上記構成により、この送風機の羽根車がシロッコファンに備えられる場合、羽根15の翼後縁側において、羽根15の外縁15aから放出される大きなスケールを有する横渦が、切欠17において形成される縦渦により、小さなスケールで組織化されて安定した横渦に細分化されることから、空力騒音の低減を図ることができる。また、前記送風機の羽根車がクロスフローファンに備えられる場合、クロスフローファンの吸込領域では、羽根15の翼前縁側において切欠17にて形成される縦渦により、羽根15の翼負圧面側での空気流の剥離を抑制して空力騒音の低減を図ることができる。さらに、クロスフローファンの吹出領域では上記シロッコファンと同様の作用が得られることから、空力騒音の低減を図ることができる。加えて、上述と同様の理由により、切欠17は前記鋸歯に比べて容易に形成される。
- [0010] 本願発明では、上記課題を解決するための第3の態様として、回転軸線を有する円形の支持プレート14と、該支持プレート14の周縁部に設けられ、前記回転軸線と平行に延びるとともに所定の翼角を有する複数の羽根15とを備える送風機の羽根車が提供される。各羽根15の一对の側縁の内の内縁15bには複数の切欠17が設けられ

、各切欠17は、各羽根15の長手方向に沿って所定の間隔をおいて配置される。各切欠17の間には平滑部18が設けられる。

[0011] 上記構成により、この送風機の羽根車がシロッコファンに備えられる場合、羽根15の翼前縁側において切欠17にて形成される縦渦により、羽根15の翼負圧面側での空気流の剥離を抑制して空力騒音の低減を図ることができる。また、前記送風機の羽根車がクロスフローファンに備えられる場合、クロスフローファンの吸込領域では、羽根15の翼後縁側において、羽根15の内縁15bから放出される大きなスケールを有する横渦が、切欠17において形成される縦渦により、小さなスケールで組織化されて安定した横渦に細分化されることから、空力騒音の低減を図ることができる。さらに、クロスフローファンの吹出領域では、羽根15の翼前縁側において上記シロッコファンと同様の作用が得られることから、空力騒音の低減を図ることができる。加えて、上述と同様の理由により、切欠17は前記鋸歯に比べて容易に形成される。

[0012] 本願発明では、上記課題を解決するための第4の態様として、回転軸線を有する円形の支持プレート14と、該支持プレート14の周縁部に設けられ、前記回転軸線と平行に延びるとともに所定の翼角を有する複数の羽根15とを備える送風機の羽根車が提供される。各羽根15の両側縁15a、15bには複数の切欠17設けられ、各切欠17は、各羽根15の長手方向に沿って所定の間隔をおいて配置される。各切欠17の間には平滑部18が設けられる。

[0013] 上記構成により、この送風機の羽根車がシロッコファンに備えられる場合、羽根15の翼前縁側において切欠17にて形成される縦渦により、羽根15の翼負圧面側での空気流の剥離を抑制して空力騒音の低減を図ることができる。さらに、羽根15の翼後縁側において、羽根15の側縁15a、15bから放出される大きなスケールを有する横渦が、切欠17において形成される縦渦により、小さなスケールで組織化されて安定した横渦に細分化されることから、空力騒音の低減を図ることができる。また、前記送風機の羽根車がクロスフローファンに備えられる場合、クロスフローファンの吸込領域および吹出領域において上記シロッコファンと同様の作用が得られることから、空力騒音の低減を図ることができる。加えて、上述と同様の理由により、切欠17は前記鋸歯に比べて容易に形成される。

- [0014] 本願発明では、上記課題を解決するための第5の態様として、回転軸線を有する円形の支持プレート14と、該支持プレート14の周縁部に設けられ、前記回転軸線と平行に延びるとともに所定の翼角を有する複数の羽根15とを備える送風機の羽根車が提供される。複数の羽根15から選択された所定の羽根15の一对の側縁の内の外縁15aには複数の切欠17が設けられ、各切欠17は、前記所定の羽根15の長手方向に沿って所定の間隔をおいて配置される。各切欠17の間には平滑部18が設けられる。
- [0015] 上記構成により、この送風機の羽根車がシロッコファンに備えられる場合、羽根15の翼後縁側において、羽根15の外縁15aから放出される大きなスケールを有する横渦が、切欠17において形成される縦渦により、小さなスケールで組織化されて安定した横渦に細分化されることから、空力騒音の低減を図ることができる。また、前記送風機の羽根車がクロスフローファンに備えられる場合、クロスフローファンの吸込領域では、羽根15の翼前縁側において切欠17にて形成される縦渦により、羽根15の翼負圧面側での空気流の剥離を抑制して空力騒音の低減を図ることができる。さらに、クロスフローファンの吹出領域では、上記シロッコファンと同様の作用が得られることから、空力騒音の低減を図ることができる。加えて、上述と同様の理由により、切欠17は前記鋸歯に比べて容易に形成される。切欠17が形成されている羽根15Xと、切欠17が形成されていない羽根15Yとが混在していることから、空気の吸込時や吹出時において、羽根車を囲む部材（例えばケーシング）と羽根車との隙間から空気が漏れることを防止することができ、送風機の送風性能の向上を図ることができる。さらに、切欠17が形成されていない羽根15Yの存在により、羽根車の強度を向上させることができる。
- [0016] 本願発明では、上記課題を解決するための第6の態様として、回転軸線を有する円形の支持プレート14と、該支持プレート14の周縁部に設けられ、前記回転軸線と平行に延びるとともに所定の翼角を有する複数の羽根15とを備える送風機の羽根車が提供される。複数の羽根15から選択された所定の羽根15の一对の側縁の内の内縁15bには複数の切欠17が設けられ、各切欠17は、前記所定の羽根15の長手方向に沿って所定の間隔をおいて配置される。各切欠17の間には平滑部18が設けられ

る。

- [0017] 上記構成により、この送風機の羽根車がシロッコファンに備えられる場合、羽根15の翼前縁側において切欠17にて形成される縦渦により、羽根15の翼負圧面側での空気流の剥離を抑制して空力騒音の低減を図ることができる。さらに、前記送風機の羽根車がクロスフローファンに備えられる場合、クロスフローファンの吸込領域では、羽根15の翼後縁側において、羽根15の内縁15bから放出される大きなスケールを有する横渦が、切欠17において形成される縦渦により、小さなスケールで組織化されて安定した横渦に細分化されることから、空力騒音の低減を図ることができる。さらに、クロスフローファンの吹出領域では、羽根15の翼前縁側において上記シロッコファンと同様の作用が得られることから、空力騒音の低減を図ることができる。加えて、上述と同様の理由により、切欠17は前記鋸歯に比べて容易に形成される。切欠17が形成されている羽根15Xと、切欠17が形成されていない羽根15Yとが混在していることから、羽根車に必要な強度を保持しつつ、切欠17の効果により空力騒音を低減することができる。
- [0018] 本願発明では、上記課題を解決するための第7の態様として、回転軸線を有する円形の支持プレート14と、該支持プレート14の周縁部に設けられ、前記回転軸線と平行に延びるとともに所定の翼角を有する複数の羽根15とを備える送風機の羽根車が提供される。複数の羽根15から選択された所定の羽根15の両側縁15a, 15bには複数の切欠17が設けられ、各切欠17は、前記所定の羽根15の長手方向に沿って所定の間隔をおいて配置される。各切欠17の間には平滑部18が設けられる。
- [0019] 上記構成により、この送風機の羽根車がシロッコファンに備えられる場合、羽根15の翼前縁側において切欠17にて形成される縦渦により、羽根15の翼負圧面側での空気流の剥離を抑制して空力騒音の低減を図ることができる。さらに、羽根15の翼後縁側において、羽根15の側縁15a, 15bから放出される大きなスケールを有する横渦が、切欠17において形成される縦渦により、小さなスケールで組織化されて安定した横渦に細分化されることから、空力騒音の低減を図ることができる。また、前記送風機の羽根車がクロスフローファンに備えられる場合、クロスフローファンの吸込領域および吹出領域において上記シロッコファンと同様の作用が得られることから、空力騒

音の低減を図ることができる。加えて、上述と同様の理由により、切欠17は前記鋸歯に比べて容易に形成される。切欠17が形成されている羽根15Xと、切欠17が形成されていない羽根17Yとが混在していることから、羽根車に必要な強度を保持しつつ、切欠17の効果により空力騒音を低減することができる。また、羽根15Xの外縁15aに形成された切欠17により、羽根車を囲む部材（例えば、ケーシング）と羽根車との隙間が広くなり、該隙間からの空気流の漏れが増大することを防止して送風機の送風性能の向上を図ることができる。

[0020] 本願発明では、上記課題を解決するための第8の態様として、同一回転軸線上に連続して設けられる複数の羽根車を備えた送風機の羽根車が提供される。複数の羽根車の内、送風機の両端に位置する羽根車が上記第5から第7の態様のいずれかに記載の送風機の羽根車7Zによりそれぞれ構成され、残余の羽根車が上記第2から第4のいずれかに記載の送風機の羽根車7により構成されている。

[0021] 上記構成により、回転破壊および高圧損時での吹出流れの不安定挙動の起点と考えられる前記両端において、後流渦の発生を抑制による送風音低減量の減少を最小限に抑えつつ、羽根車に必要な強度を保持することができる。さらに、羽根15の外縁15aに切欠17が形成される場合、羽根車の両端において、該羽根車内で形成される還流渦の増大を防止することができ、高圧損時での不安定挙動を起りにくくすることができる。還流渦は、羽根15Xでの切欠17の形成位置における羽根車と、該羽根車に対向して設けられる部材（例えば、羽根車から吹き出される空気流の逆流を防止する舌部11）との隙間からの空気流の漏れの増大によって形成される。

[0022] 本願発明では、上記課題を解決するための第9の態様として、上記第2から第8の態様のいずれかに記載の送風機の羽根車を備える空気調和機が提供される。この構成により、低騒音の空気調和機が得られる。

[0023] 本願発明では、上記課題を解決するための第10の態様として、上記第2、第4、第5、第7および第8の態様のいずれかに記載の送風機の羽根車7と、該羽根車7から吹き出される空気流の逆流を防止する舌部11を有するとともに羽根車7を囲むケーシング1とを備える空気調和機が提供される。各羽根15の外縁15aにおいて、同心円上に同一形状の複数の切欠17が形成されている。舌部11には複数の突起19が

設けられ、各突起19は前記外縁15aに設けられる各切欠17に対応している。

[0024] 上記構成により、舌部11と羽根車7との隙間が切欠17の形成位置で広がることを突起19によって防止し、当該隙間を介して空気流が漏れることを防止して送風機の送風性能の向上に寄与する。

[0025] 本願発明では、上記課題を解決するための第11の態様として、上記第2、第4、第5、第7および第8の態様のいずれかに記載の送風機の羽根車7と、該羽根車7から吹き出される空気流を案内するガイド部10を有するとともに羽根車7を囲むケーシング1とを備える空気調和機が提供される。各羽根15の外縁15aにおいて、同心円上に同一形状の複数の切欠17が形成されている。ガイド部10には複数の突起20が設けられ、各突起20は前記外縁15aに設けられる各切欠17に対応している。

[0026] 上記構成により、ガイド部10と羽根車7との隙間が切欠17の形成位置で広がることを突起20によって防止し、当該隙間を介して空気流が漏れることを防止して送風機の送風性能の向上に寄与する。

#### 図面の簡単な説明

[0027] [図1]本願発明の各実施の形態にかかる空気調和機の断面図である。

[図2]第1の実施の形態にかかる羽根車の斜視図である。

[図3]第1の実施の形態にかかる羽根車の要部を示す斜視図である。

[図4]第1の実施の形態にかかる羽根を拡大して示す斜視図である。

[図5]第1の実施の形態にかかる羽根の要部を拡大して示す正面図である。

[図6] (a)は、従来例にかかる羽根および空気流を示す斜視図であり、(b)は、第1の実施の形態にかかる羽根および空気流を示す斜視図である。

[図7]第1の実施の形態にかかる羽根における切欠のピッチSに対する平滑部の長さMの割合 $M/S$ に対する送風音低減量の変化を示す特性図である。

[図8]第1の実施の形態にかかる羽根における羽根の翼弦長Lに対する切欠の深さHの割合 $H/L$ に対する送風音低減量の変化を示す特性図である。

[図9]第2の実施の形態にかかる羽根を拡大して示す斜視図である。

[図10]第3の実施の形態にかかる羽根を拡大して示す斜視図である。

[図11]第1から第3の実施の形態にかかる羽根の第1の変形例を拡大して示す斜視

図である。

[図12]図11に示す羽根における切欠を拡大して示す正面図である。

[図13]第1から第3の実施の形態にかかる羽根の第2の変形例を拡大して示す斜視図である。

[図14]第1から第3の実施の形態にかかる羽根の第3の変形例を拡大して示す斜視図である。

[図15]第1から第3の実施の形態にかかる羽根の第4の変形例を拡大して示す斜視図である。

[図16]第4の実施の形態にかかる羽根を拡大して示す斜視図である。

[図17]第4の実施の形態にかかる羽根車を示す斜視図である。

[図18]第5の実施の形態にかかる羽根車を示す側面図である。

[図19]第5の実施の形態にかかる羽根の変形例を拡大して示す斜視図である。

[図20]第6の実施の形態にかかる羽根車を示す斜視図である。

[図21]第6の実施の形態にかかる羽根車を示す斜視図である。

[図22]第7の実施の形態にかかる空気調和機の要部を拡大して示す斜視図である。

[図23]第7の実施の形態にかかる空気調和機の要部を拡大して示す正面図である。

[図24]第8の実施の形態にかかる空気調和機の要部を拡大して示す斜視図である。

[図25]第8の実施の形態にかかる空気調和機の要部を拡大して示す正面図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

[0028] 以下、添付の図面を参照して、本願発明の幾つかの好適な実施の形態について説明する。

[0029] まず、図1を参照して、以下の各実施の形態にかかる送風機を備える空気調和機について説明する。

[0030] この空気調和機Zは、箱状のケーシング1と、該ケーシング1内に配設された熱交換器2と、該熱交換器2の二次側に配設された多翼送風機3とを備え、壁掛け式に構成されている。ケーシング1の上面には空気吸込口4が形成され、ケーシング1の下面の前方(図1の左方)には空気吹出口5が形成されている。

[0031] 前記熱交換器2は、ケーシング1の前面側に位置する前面熱交換部2aと、ケーシ

グ1の背面側に位置する背面熱交換部2bとから構成されている。前面熱交換部2aおよび背面熱交換部2bは、それらの上端部で互いに連結されている。前面熱交換部2aには、空気吸込口4からケーシング1の前面側に形成された空気通路6を介して空気流Wが供給される。

[0032] 前記送風機3として、駆動源(図示省略)により回転駆動される羽根車7を備えたクロスフローファンが採用されている。そのため、以下の説明において、送風機をクロスフローファンという。

[0033] 図1に示すように、第1ドレンパン8は前面熱交換部2aからのドレンを受け止める。第2ドレンパン9は背面熱交換部2bからのドレンを受け止める。ガイド部10は羽根車7から吹き出される空気流Wを案内する。舌部11は羽根車7から吹き出される空気流Wの逆流を防止する。垂直羽根12および水平羽根13は、空気吹出口5に配設されている。

[0034] 前記空気吸込口4から空気調和機Z内に吸い込まれた空気流Wは、熱交換器2を通過する。このとき、空気は、熱交換器2によって冷却あるいは加熱される。そして、空気は、クロスフローファン3をその回転軸に対して直交するように貫流した後、空気吹出口5から室内へ吹き出される。

[0035] (第1の実施の形態)

図2ないし図5には、本願発明の第1の実施の形態にかかるクロスフローファンの羽根車7が示されている。

[0036] 図2および図3に示すように、クロスフローファン3の羽根車7は、同一回転軸線上に所定の間隔をおいて一列に配設された複数の円形をなす支持プレート14と、隣接する一対の支持プレート14の間に配設された複数の羽根15と、前記回転軸線上に配置された一対の回転軸16とを備えている。一列に配設された各支持プレート14は互いに平行である。各回転軸16は、両端に位置する各支持プレート14の外面に取り付けられている。各羽根15は、各支持プレート14の周縁部間に所定の角度間隔をおいて配設され、各羽根15の両端部は各支持プレート14の周縁部に固定されている。各羽根15は、各支持プレート14の回転軸線と平行に延びるとともに、羽根車7が前進翼構造を備えるために所定の翼角を有している。

[0037] 図4に示すように、前記各羽根15の一对の側縁の内の外縁15aには、複数の正三角形形状をなす切欠17が、羽根15の長手方向に沿って所定の間隔をおいて間欠的に形成されている。各切欠17の間には、前記外縁15aに沿って形成されている平滑部18が配置されている。この場合、クロスフローファン3の吸込領域では、羽根15の翼前縁側(外縁15a側)において切欠17にて形成される縦渦により、羽根15の翼負圧面側での空気流の剥離を抑制して空力騒音の低減を図ることができる。さらに、クロスフローファン3の吹出領域では、羽根15の翼後縁側(外縁15a側)において、羽根15の外縁15aから放出される大きなスケールを有する横渦が、切欠17において形成される縦渦により、小さなスケールで組織化されて安定した横渦に細分化されることから、空力騒音の低減を図ることができる。加えて、隣接する切欠17の間に設けられた平滑部18に起因して単位長さ当りの切欠17の数を少なくすることができることから、切欠17は、従来の鋸歯に比べて容易に形成される。また、各平滑部18が前記外縁15aの一部を構成することから、羽根15の外縁15aの形状を保持しつつ切欠17を形成することができる。さらに、各切欠17の形状が正三角形であることから、各羽根15の表面において各切欠17によって切り欠かれる面積を最小とすることができ、各羽根15の圧力面積、即ち各羽根15において空気流の圧力を受ける表面の面積を最大に確保することができる。図6(a)に示すように、前記切欠が省略された従来の羽根15では、該羽根15の外縁から大きなスケールを有する横渦Eが放出される。これに対して、本実施の形態に係る羽根15では、図6(b)に示すように、該羽根15の外縁15aから、切欠17により細分化された横渦E'、即ち小さなスケールで組織化されて安定した横渦E'が放出される。その結果、羽根15の翼後縁での後流渦の発生が抑制される。

[0038] 図4および図5に示すように、前記各切欠17のピッチをSとし、前記各平滑部18の長さ(換言すれば、外縁15aにおける羽根15の残り代)をMとし、各切欠17の深さをHとし、羽根15の翼弦長をLとし、各切欠17の開口寸法をTとした。そして、切欠17のピッチSに対する平滑部18の長さMの割合 $M/S$ 、および羽根15の翼弦長Lに対する切欠17の深さHの割合 $H/L$ に対する送風音低減量の関係を測定した。図7は $H/L$ が0.145の場合の $M/S$ に対する送風音低減量(dBA)の変化を示し、図8は

M/Sが0.333の場合のH/Lに対する送風音低減量(dBA)の変化を示す。

- [0039] 図7および図8に示すように、M/Sは、空気流の流量にかかわらず $0.2 < M/S < 0.9$ に設定されることが好ましく、大きな送風音を有する大風量(例えば、 $11.5\text{m}^3/\text{min}$ )では $0.3 < M/S < 0.8$ に設定されることが好ましい。M/Sが $0.2 < M/S < 0.9$ に設定されることにより、図7に示すように、切欠17が無い従来の羽根車、及び上記特許文献1に記載ののこぎり歯を有する羽根車に比べて送風音を大幅に低減することができる。さらに、M/Sが $0.3 < M/S < 0.8$ に設定されることにより、大きな送風音を有する大風量における送風音低減効果をより発揮することができる。また、H/Lは、 $0.1 < H/L < 0.25$ に設定されることが好ましい。H/Lが $0.1 < H/L < 0.25$ に設定されることにより、図8に示すように、切欠17が無い従来の羽根車、及び上記特許文献1に記載ののこぎり歯を有する羽根車に比べて送風音を大幅に低減することができる。

- [0040] (第2の実施の形態)

図9には、本願発明の第2の実施の形態にかかるクロスフローファンの羽根車における羽根15が示されている。

- [0041] 図9に示すように、各羽根15の一对の側縁の内縁15bには、複数の正三角形形状をなす切欠17が、羽根15の長手方向に沿って所定の間隔をおいて間欠的に形成されている。各切欠17の間には、前記内縁15bに沿って形成されている平滑部18が配置されている。この場合、クロスフローファンの吸込領域では、羽根15の翼後縁側において、羽根15の内縁15bから放出される大きなスケールを有する横渦が、切欠17において形成される縦渦により、小さなスケールで組織化されて安定した横渦に細分化されることから、空力騒音の低減を図ることができる。また、クロスフローファンの吹出領域では、羽根15の翼前縁側において切欠17にて形成される縦渦により、羽根15の翼負圧面側での空気流の剥離を抑制して空力騒音の低減を図ることができる。加えて、切欠17は、前述と同様の理由により、従来の鋸歯に比べて容易に形成される。また、平滑部18が前記内縁15bの一部を構成することから、羽根15の内縁15bの形状を保持しつつ切欠17を形成することができる。さらに、各切欠17の形状が正三角形であることから、各羽根15の表面において各切欠17によって切り欠

かれる面積を最小とすることができ、各羽根15の前記圧力面積を最大に確保することができる。羽根車7のその他の構成および作用効果については、第1の実施の形態と同様であることから省略する。

[0042] (第3の実施の形態)

図10には、本願発明の第3の実施の形態にかかるクロスフローファンの羽根車における羽根15が示されている。

[0043] 図10に示すように、各羽根15の両側縁、即ち外縁15aおよび内縁15bには、複数の正三角形をなす切欠17が、羽根15の長手方向に沿って所定の間隔をおいて間欠的に形成されている。各切欠17の間には、前記外縁15aまたは内縁15bに沿って形成されている平滑部18が配置されている。この場合、クロスフローファンの吸込領域および吹出領域では、羽根15の翼前縁側において切欠17にて形成される縦渦により、羽根15の負圧面側での空気流の剥離を抑制して空力騒音の低減を図ることができる。さらに、羽根15の翼後縁側において、羽根15の外縁15aまたは内縁15bから放出される大きなスケールを有する横渦が、切欠17において形成される縦渦により、小さなスケールで組織化されて安定した横渦に細分化されることから、空力騒音の低減を図ることができる。加えて、切欠17は、前述と同様の理由により、従来の鋸歯に比べて容易に形成される。また、各平滑部18が前記外縁15aまたは前記内縁15bの一部を構成することから、羽根15の外縁15aおよび内縁15bの形状を保持しつつ切欠17を形成することができる。さらに、各切欠17の形状が正三角形であることから、各羽根15の表面において各切欠17によって切り欠かれる面積を最小とすることができ、各羽根15の前記圧力面積を最大に確保することができる。羽根車7のその他の構成および作用効果については、第1の実施の形態と同様であることから省略する。

[0044] 上記第1から第3の実施の形態においては、図11および図12に示すように、各切欠17の底部に円弧部17aが形成されてもよい。この場合、羽根15に負荷(例えば、遠心力等)が加わる際に切欠17の底部からの破壊が起こりにくくなり、羽根15の強度が向上する。さらに、切欠17は、正三角形以外の三角形状に形成されてもよいし、図13に示す台形状に形成されてもよいし、図14に示す円弧状に形成されてもよいし、

いし、図15に示す四角形状に形成されてもよい。これらの場合も、羽根15に負荷(例えば、遠心力等)が加わる際に切欠17の底部からの破壊が起こりにくくなり、羽根15の強度が向上する。

[0045] (第4の実施の形態)

図16には、本願発明の第4の実施の形態にかかるクロスフローファンの羽根車における羽根15が示されている。

[0046] 図16に示すように、各羽根15における各平滑部18の長さ(換言すれば、各切欠17の間隔)はランダムに設定されている。この場合、羽根15と他の構造物および空気流との干渉の位相をずらすことができ、NZ音(または、翼通過周波数音:BPF音ともいう)の低減効果を高めることができる。羽根車7のその他の構成および作用効果については、第1の実施の形態と同様であることから省略する。

[0047] 図17には、本実施の形態にかかる羽根15を備える羽根車7の一例が示されている。図17に示すように、複数の羽根15は、各平滑部18の長さ(換言すれば、各切欠17の間隔)がランダムに設定された複数種類の羽根15から構成される複数の羽根群を備えている。具体的には、本実施の形態の前記羽根群は、各平滑部18の長さがランダムに設定された3種類の羽根15A、15B、15Cから構成されている。この場合、羽根15と他の構造物および空気流との干渉の位相を周期的にずらすことができ、NZ音(または、翼通過周波数音:BPF音ともいう)の低減効果をより一層高めることができる。

[0048] (第5の実施の形態)

図18には、本願発明の第5の実施の形態にかかるクロスフローファンの羽根車7が示されている。

[0049] 図18に示すように、隣り合う羽根15、15における切欠17は、羽根車7の回転軸線を中心とする同心円上には位置しないように設定されている。つまり、隣り合う羽根15、15の各切欠17の間隔が0.5Sに設定され、各切欠17は全体としてジグザグに配置されている。この場合、羽根15と他の構造物および空気流との干渉の位相をずらすことができ、NZ音低減効果を高めることができるとともに、切欠17の形成位置での羽根15の強度の低下を防止することができる。さらに、羽根15の外縁15aに切欠17

が形成される場合、切欠17の形成位置において、羽根15と羽根車7を囲む構造物との隙間が広がる。そのため、羽根15と前記構造物との隙間からの空気流の漏れの増大を防止してクロスフローファンの送風性能を向上させることができる。

[0050]   ところで、本実施の形態においては、隣り合う羽根15、15の各切欠17の間隔を0.5Sに設定することによって各切欠17がジグザグに配置されているが、切欠17の間隔が $S/N$  (Nは3以上の整数)に設定されているN枚の羽根15から構成される羽根群を用いることによって各切欠17がジグザグに配置されてもよい。

[0051]   また、図19に示すように、羽根15の外縁15aおよび内縁15bに切欠17が形成される場合、外縁15aに形成される切欠17と、内縁15bに形成される切欠17との間隔が0.5Sに設定されてもよい。羽根車7のその他の構成および作用効果については、第1または第3の実施の形態と同様であることから省略する。

[0052]   (第6の実施の形態)

図20には、本願発明の第6の実施の形態にかかるクロスフローファンの羽根車7が示されている。

[0053]   図20に示すように、複数の羽根15から選択された所定の羽根15、即ち羽根15Xの外縁15aには、複数の切欠17が、羽根15Xの長手方向に沿って所定の間隔をおいて間欠的に形成されている。各切欠17の間には平滑部18が配置されている。本実施の形態においては、切欠17が形成されている羽根15Xと、切欠17が形成されていない羽根15Yとが交互に配設されている。この場合、切欠17の形成位置において、羽根15Xと羽根車7を囲む部材(例えば、ケーシング)との隙間が広がることを防止することにより、該隙間からの空気流の漏れの増大を防止してクロスフローファンの送風性能の向上を図ることができる。加えて、切欠17が形成されていない羽根15Yにより、羽根車7の強度を向上させることができる。さらに、切欠17が形成されている羽根15Xと、切欠17が形成されていない羽根15Yとが交互に配設されていることから、羽根車7の強度が該羽根車7の回転方向においてほぼ等しくなり、羽根車7の回転バランスが良好となる。

[0054]   ところで、図21に示すように、同一回転軸線上に連続して配設されている複数の羽根車を備えるクロスフローファンの場合、その両端に位置する羽根車が図20に示す

羽根車7Z, 7Zにより構成され、残余の羽根車が、全ての羽根15の外縁15aに切欠17が形成されている羽根車7により構成されてもよい。この場合、通常はファンの両端が回転破壊および高圧損時での吹出流れの不安定挙動の起点と考えられるが、その両端において、後流渦の発生の抑制による送風音低減量の減少を最小限に抑えつつ、羽根車に必要な強度を保持することができる。さらに、羽根15の外縁15aに切欠17が形成されることから、ファンの両端の羽根車において、該羽根車内で形成される還流渦の増大を防止することができ、高圧損時での不安定挙動を起りにくくすることができる。還流渦は、切欠17の形成位置において羽根車と図1に示す前記舌部11との隙間からの空気流の漏れの増大によって形成される。

[0055] なお、上記実施の形態においては、切欠17が羽根15の外縁15aに形成されているが、上記第2または第3の実施の形態のように、内縁15bまたは外縁15aと内縁15bとの両方に切欠17が形成されてもよい。羽根車7, 7Zのその他の構成および作用効果については、第1、第2または第3の実施の形態と同様であることから省略する。

[0056] (第7の実施の形態)

図22および図23には、本願発明の第7の実施の形態にかかるクロスフローファンの羽根車を備えた空気調和機のケーシングの要部が示されている。

[0057] 図22および図23に示すように、羽根車7を囲むケーシングにおける舌部11には、羽根車7の各羽根15の外縁15aにおける切欠17に対応する突起19が、前記羽根車7の回転方向に沿うように形成されている。この場合、突起19の形成により、舌部11と羽根車7との隙間が切欠17の形成位置で広がることが防止され、当該隙間を介して空気流が漏れることが防止されてクロスフローファンの送風性能が向上する。切欠17の形状および形成位置は、各羽根15について同一である。即ち、羽根車7において、前記回転軸線を中心とする同心円上に同一形状の複数の切欠17が形成されている。複数の突起19については、それらの形状が同一であればよく、それらの大きさについては限定されない。羽根車7の構成および作用効果については、第1の実施の形態と同様であることから省略する。

[0058] (第8の実施の形態)

図24および図25には、本願発明の第8の実施の形態にかかるクロスフローファン

の羽根車を備えた空気調和機のケーシングの要部が示されている。

[0059] 図24および図25に示すように、羽根車7を囲むケーシングにおけるガイド部10には、羽根車7の各羽根15の外縁15aにおける切欠17に対応する突起20が、前記羽根車7の回転方向に沿うように形成されている。この場合、突起20の形成により、ガイド部10と羽根車7との隙間が切欠17の形成位置で広がることが防止され、当該隙間を介して空気流が漏れることが防止されてクロスフローファンの送風性能が向上する。切欠17の形状および形成位置は、各羽根15について同一である。即ち、羽根車7において、前記回転軸線を中心とする同心円上に同一形状の複数の切欠17が形成されている。複数の突起20については、それらの形状が同一であればよく、それらの大きさについては限定されない。羽根7の構成および作用効果については、第1の実施の形態と同様であることから省略する。

[0060] 上記第1から第8の実施の形態にかかる羽根15は、シロッコファンまたはターボファンの羽根として使用されてもよい。また、上記第4から第8の実施の形態の各切欠17は、上記第1から第3の実施の形態と同様に、正三角形形状以外の三角形形状、または底部に円弧部を有する三角形形状に形成されてもよいし、台形状に形成されてもよいし、円弧状に形成されてもよいし、四角形状に形成されてもよい。この場合、羽根15に負荷(例えば、遠心力等)が加わる際に切欠17の底部からの破壊が起こりにくくなり、羽根15の強度が向上する。

## 請求の範囲

- [1] 羽根(15)と、該羽根(15)の側縁に所定の間隔をおいて設けられる複数の切欠(17)と、該各切欠(17)の間に設けられる複数の平滑部(18)とを備えることを特徴とする送風機の羽根車。
- [2] 回転軸線を有する円形の支持プレート(14)と、該支持プレート(14)の周縁部に設けられ、前記回転軸線と平行に延びるとともに所定の翼角を有する複数の羽根(15)とを備える送風機の羽根車であって、  
前記各羽根(15)の一对の側縁の内の外縁(15a)に設けられ、各羽根(15)の長手方向に沿って所定の間隔をおいて配置される複数の切欠(17)と、  
前記各切欠(17)の間に設けられる複数の平滑部(18)とを備えることを特徴とする送風機の羽根車。
- [3] 回転軸線を有する円形の支持プレート(14)と、該支持プレート(14)の周縁部に設けられ、前記回転軸線と平行に延びるとともに所定の翼角を有する複数の羽根(15)とを備える送風機の羽根車であって、  
前記各羽根(15)の一对の側縁の内の内縁(15b)に設けられ、各羽根(15)の長手方向に沿って所定の間隔をおいて配置される複数の切欠(17)と、  
前記各切欠(17)の間に設けられる複数の平滑部(18)とを備えることを特徴とする送風機の羽根車。
- [4] 回転軸線を有する円形の支持プレート(14)と、該支持プレート(14)の周縁部に設けられ、前記回転軸線と平行に延びるとともに所定の翼角を有する複数の羽根(15)とを備える送風機の羽根車であって、  
前記各羽根(15)の両側縁(15a, 15b)に設けられ、各羽根(15)の長手方向に沿って所定の間隔をおいて配置される複数の切欠(17)と、  
前記各切欠(17)の間に設けられる複数の平滑部(18)とを備えることを特徴とする送風機の羽根車。
- [5] 回転軸線を有する円形の支持プレート(14)と、該支持プレート(14)の周縁部に設けられ、前記回転軸線と平行に延びるとともに所定の翼角を有する複数の羽根(15)とを備える送風機の羽根車であって、

前記複数の羽根(15)から選択された所定の羽根(15)の一对の側縁の内の外縁(15a)に設けられ、前記所定の羽根(15)の長手方向に沿って所定の間隔をおいて配置される複数の切欠(17)と、

前記各切欠(17)の間に設けられる複数の平滑部(18)とを備えることを特徴とする送風機の羽根車。

- [6] 回転軸線を有する円形の支持プレート(14)と、該支持プレート(14)の周縁部に設けられ、前記回転軸線と平行に延びるとともに所定の翼角を有する複数の羽根(15)とを備える送風機の羽根車であって、

前記複数の羽根(15)から選択された所定の羽根(15)の一对の側縁の内の内縁(15b)に設けられ、前記所定の羽根(15)の長手方向に沿って所定の間隔をおいて配置される複数の切欠(17)と、

前記各切欠(17)の間に設けられる複数の平滑部(18)とを備えることを特徴とする送風機の羽根車。

- [7] 回転軸線を有する円形の支持プレート(14)と、該支持プレート(14)の周縁部に設けられ、前記回転軸線と平行に延びるとともに所定の翼角を有する複数の羽根(15)とを備える送風機の羽根車であって、

前記複数の羽根(15)から選択された所定の羽根(15)の両側縁(15a, 15b)に設けられ、前記所定の羽根(15)の長手方向に沿って所定の間隔をおいて配置される複数の切欠(17)と、

前記各切欠(17)の間に設けられる複数の平滑部(18)とを備えることを特徴とする送風機の羽根車。

- [8] 前記複数の羽根(15)は、前記切欠(17)が設けられた羽根(15X)と、前記切欠(17)が設けられていない羽根(15Y)とから構成され、

前記切欠(17)が設けられた羽根(15X)と、前記切欠(17)が設けられていない羽根(15Y)とが交互に配置されていることを特徴とする請求項5から請求項7のいずれか一項に記載の送風機の羽根車。

- [9] 同一回転軸線上に連続して設けられる複数の羽根車を備えた送風機の羽根車であって、

前記複数の羽根車の内、送風機の両端に位置する羽根車が請求項5から請求項8のいずれか一項に記載の送風機の羽根車(7Z)によりそれぞれ構成され、残余の羽根車が請求項2から請求項4のいずれか一項に記載の送風機の羽根車(7)により構成されていることを特徴とする送風機の羽根車。

- [10] 前記各平滑部(18)が前記羽根(15)の側縁に沿って形成されていることを特徴とする請求項1から請求項9のいずれか一項に記載の送風機の羽根車。
- [11] 前記各切欠(17)の形状が三角形であることを特徴とする請求項1から請求項10のいずれか一項に記載の送風機の羽根車。
- [12] 前記各切欠(17)の底部に円弧部(17a)が形成されていることを特徴とする請求項11に記載の送風機の羽根車。
- [13] 前記各切欠(17)のピッチをS、前記各平滑部(18)の長さをMとしたとき、切欠(17)のピッチSに対する平滑部(18)の長さMの割合 $M/S$ が $0.2 < M/S < 0.9$ に設定されていることを特徴とする請求項11または請求項12に記載の送風機の羽根車。
- [14] 前記各切欠(17)のピッチをS、前記各平滑部(18)の長さをMとしたとき、切欠(17)のピッチSに対する平滑部(18)の長さMの割合 $M/S$ が $0.3 < M/S < 0.8$ に設定されていることを特徴とする請求項11または請求項12に記載の送風機の羽根車。
- [15] 前記各羽根(15)の翼弦長をL、前記各切欠(17)の深さをHとしたとき、羽根(15)の翼弦長Lに対する切欠(17)の深さHの割合 $H/L$ が $0.1 < H/L < 0.25$ に設定されていることを特徴とする請求項11から請求項14のいずれか一項に記載の送風機の羽根車。
- [16] 前記複数の切欠(17)の形状が同一であるとともに、前記各平滑部(18)の長さがランダムに設定されていることを特徴とする請求項2から請求項15のいずれか一項に記載の送風機の羽根車。
- [17] 前記複数の羽根(15)は、前記各平滑部(18)の長さがランダムに設定されている複数種類の羽根(15A, 15B, 15C)から構成される羽根群を備えていることを特徴とする請求項16に記載の送風機の羽根車。
- [18] 前記各切欠(17)は、隣り合う羽根(15)において、前記回転軸線を中心とする同心円上には位置しないように設定されていることを特徴とする請求項2から請求項15の

いずれか一項に記載の送風機の羽根車。

[19] 前記回転軸線上に配置された回転軸(16)を更に備えることを特徴とする請求項2から請求項18のいずれか一項に記載の送風機の羽根車。

[20] 請求項2から請求項19のいずれか一項に記載の送風機の羽根車を備えることを特徴とする空気調和機。

[21] 請求項2、請求項4、請求項5および請求項7から請求項15のいずれか一項に記載の送風機の羽根車(7)と、該羽根車(7)から吹き出される空気流の逆流を防止する舌部(11)を有するとともに羽根車(7)を囲むケーシング(1)とを備え、

前記各羽根(15)の外縁(15a)において、同心円上に同一形状の複数の切欠(17)が形成され、

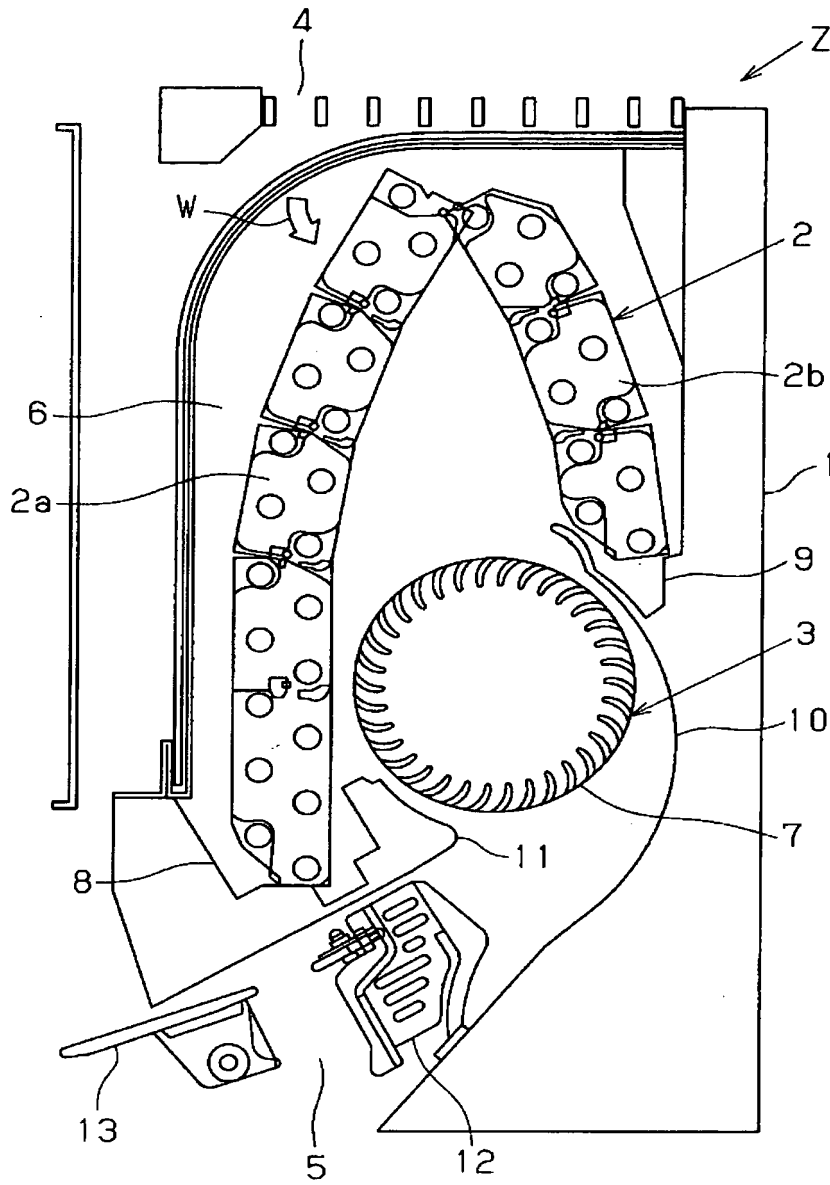
前記舌部(11)に複数の突起(19)が設けられ、各突起(19)は前記外縁(15a)に設けられる各切欠(17)に対応していることを特徴とする空気調和機。

[22] 請求項2、請求項4、請求項5および請求項7から請求項15のいずれか一項に記載の送風機の羽根車(7)と、該羽根車(7)から吹き出される空気流を案内するガイド部(10)を有するとともに羽根車(7)を囲むケーシング(1)とを備え、

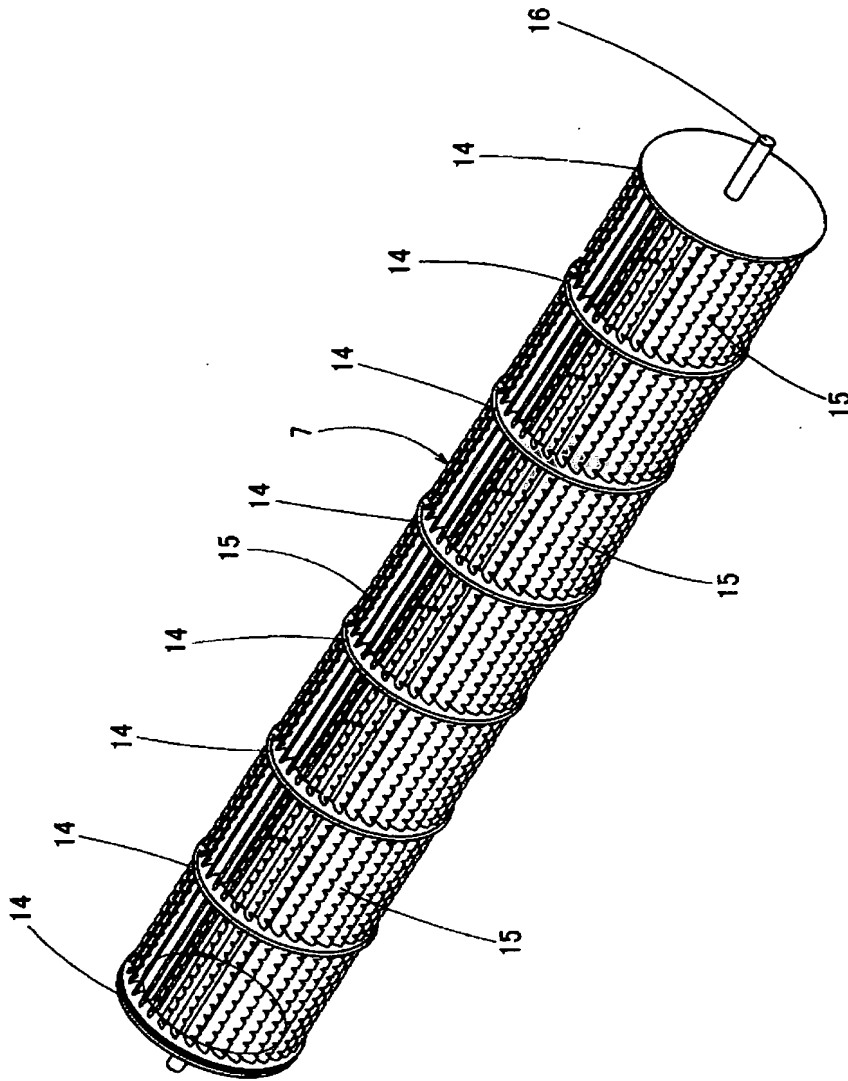
前記各羽根(15)の外縁(15a)において、同心円上に同一形状の複数の切欠(17)が形成され、

前記ガイド部(10)に複数の突起(20)が設けられ、各突起(20)は前記外縁(15a)に設けられる各切欠(17)に対応していることを特徴とする空気調和機。

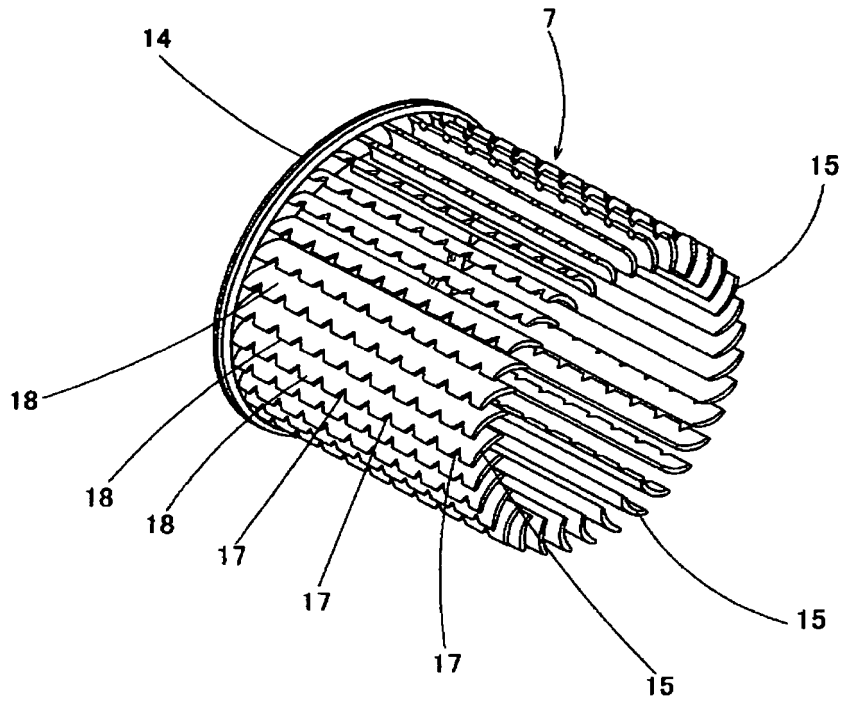
[図1]



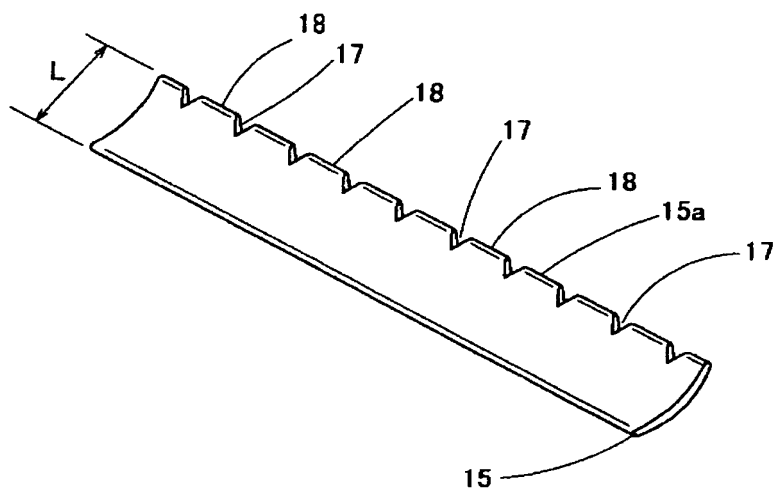
[図2]



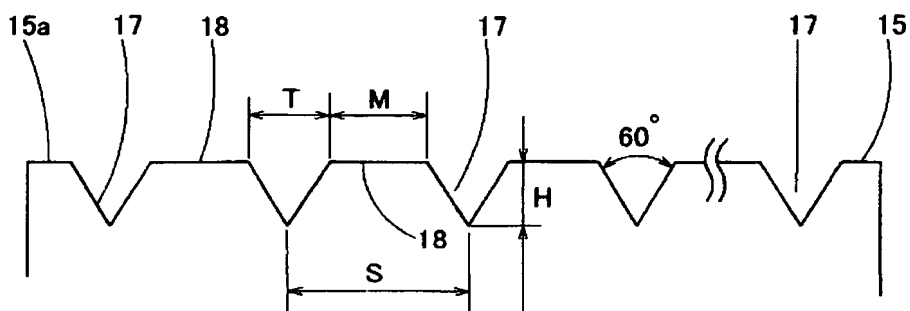
[図3]



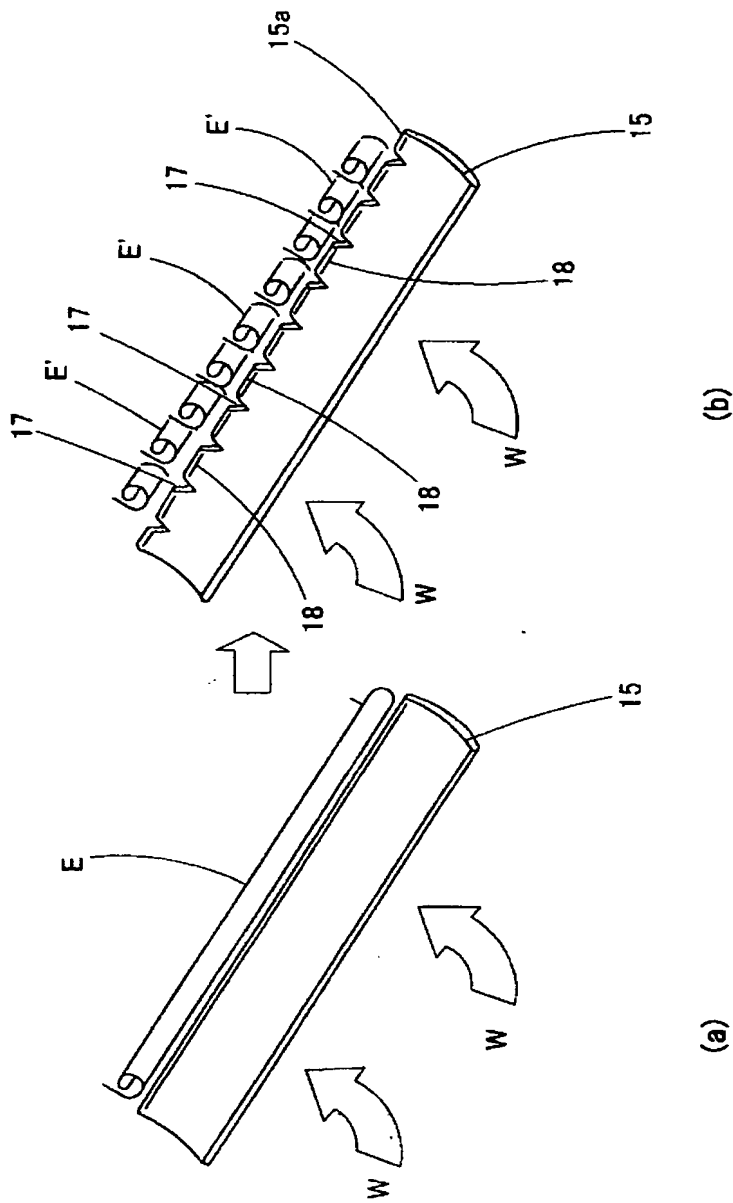
[図4]



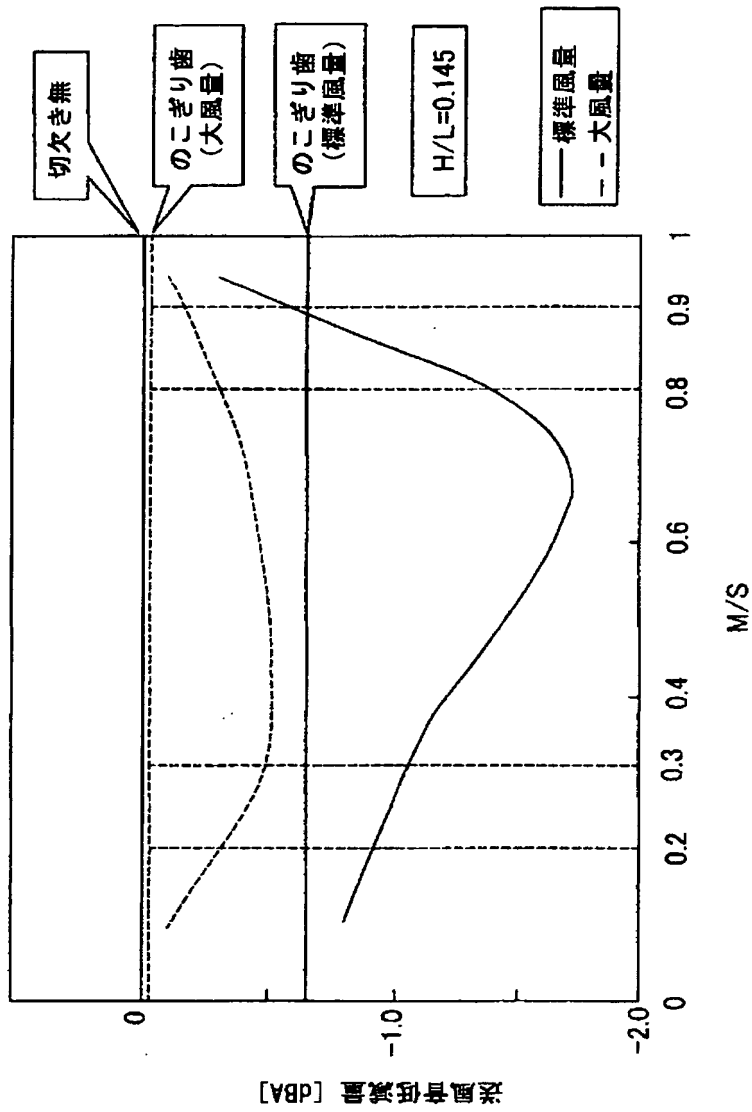
[図5]



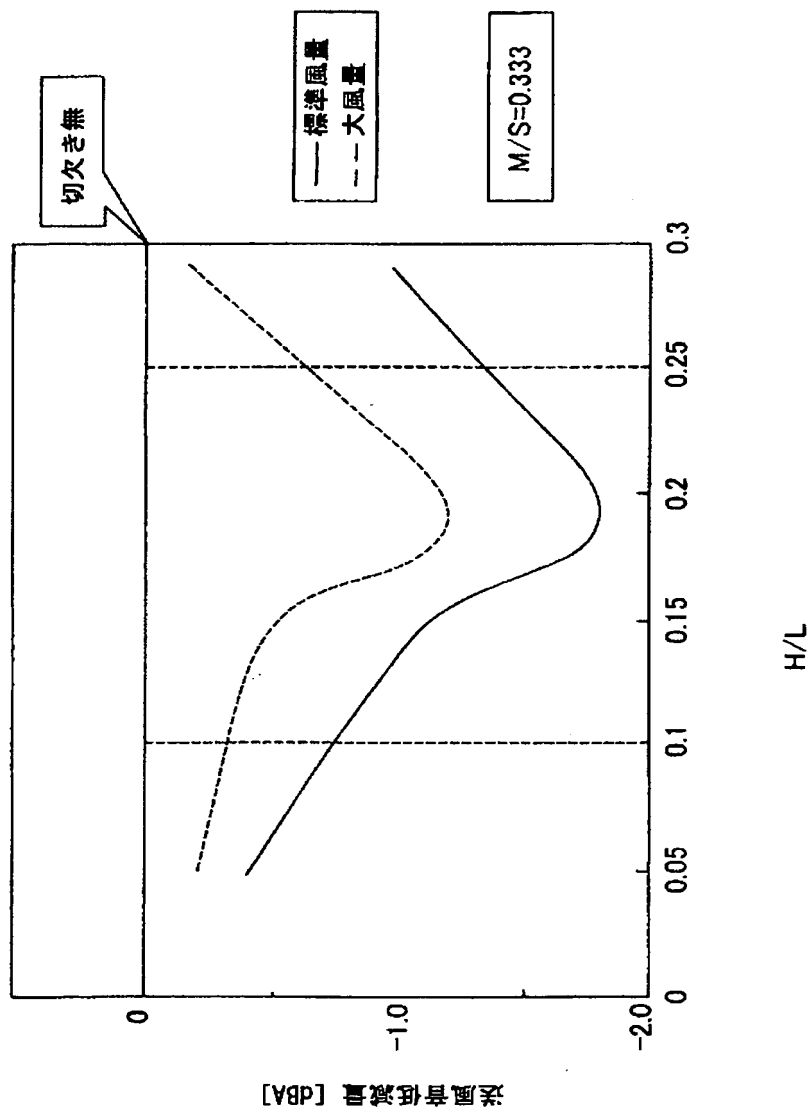
[図6]



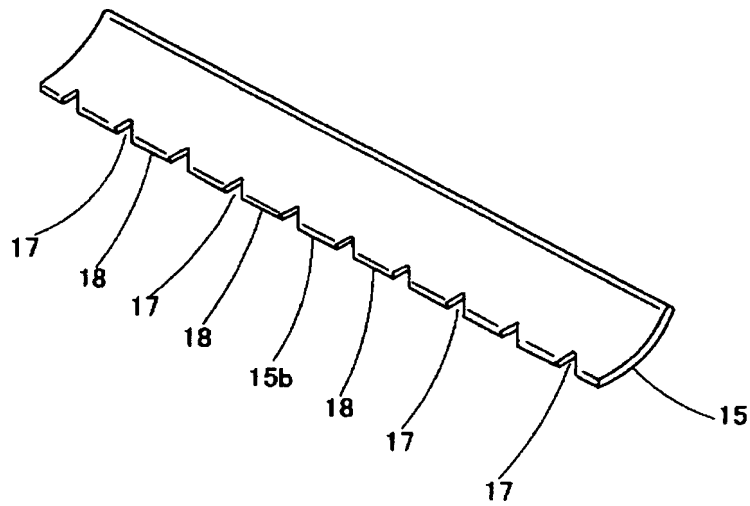
[図7]



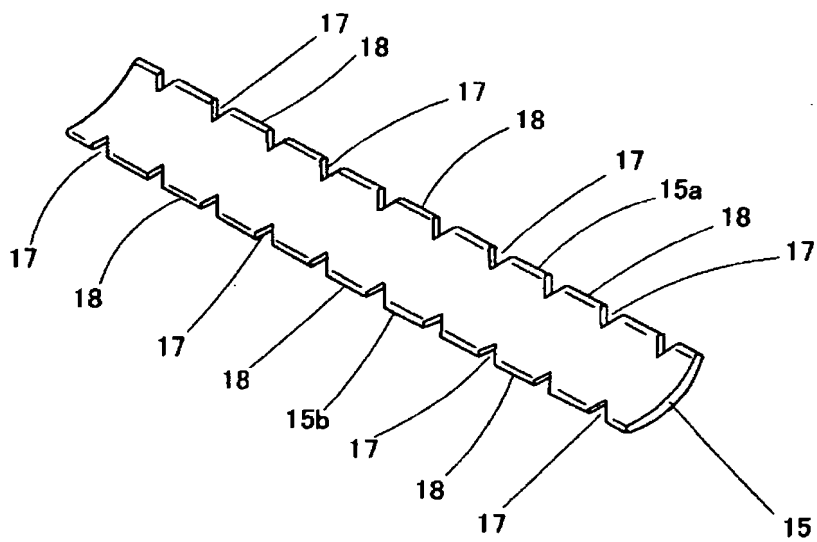
[図8]



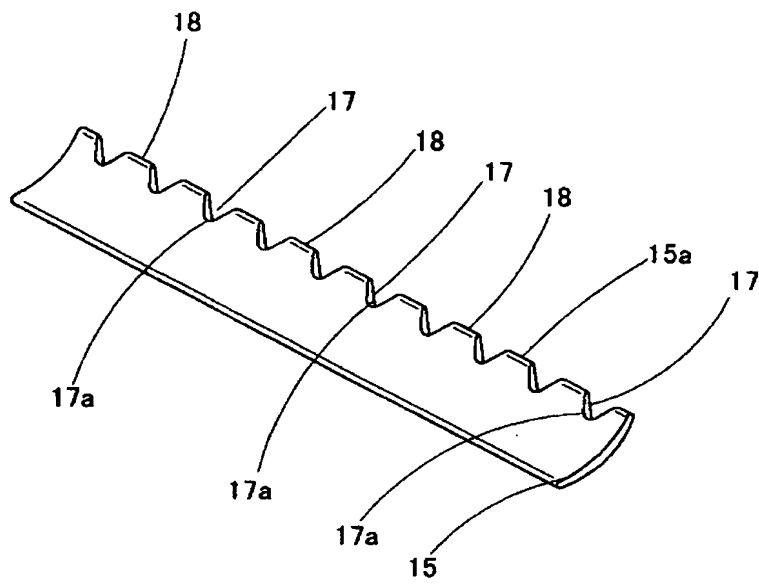
[図9]



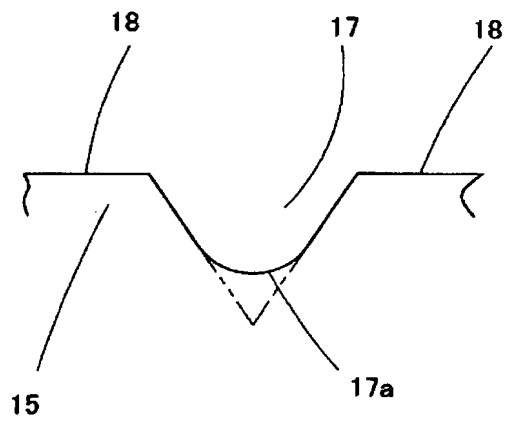
[図10]



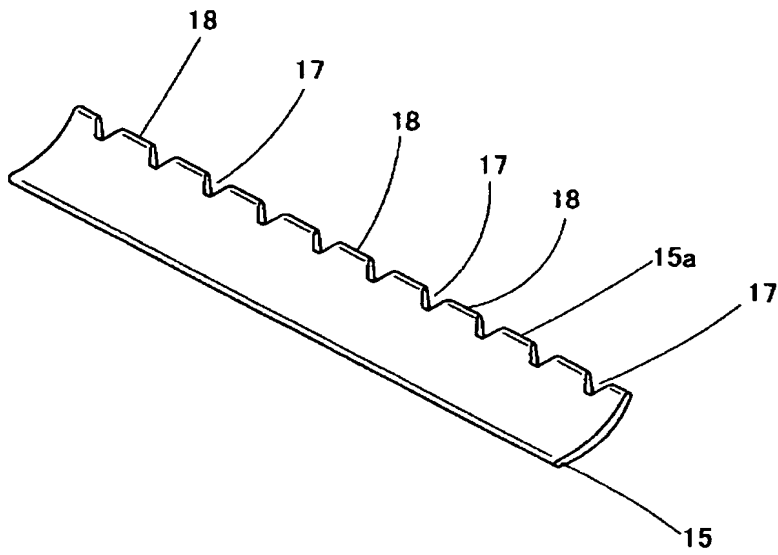
[図11]



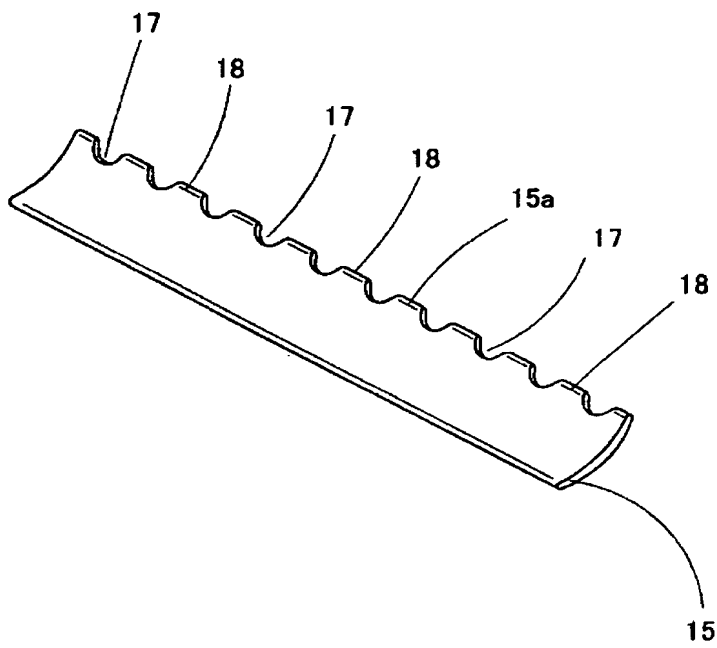
[図12]



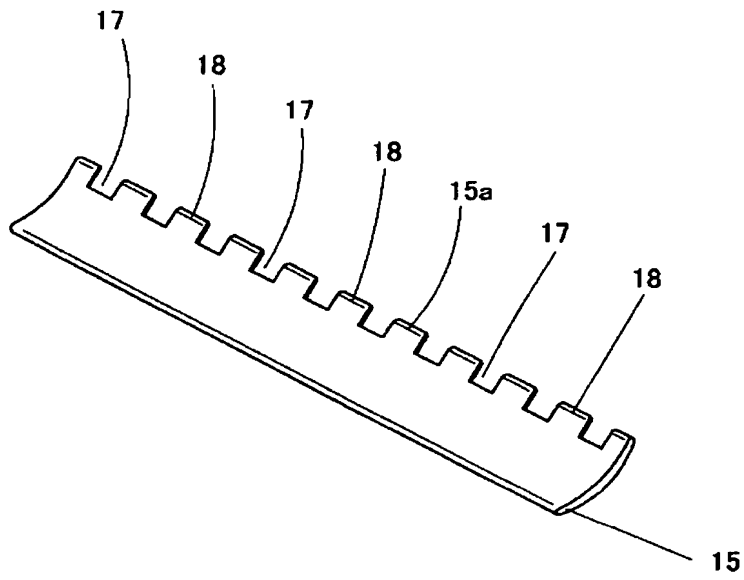
[図13]



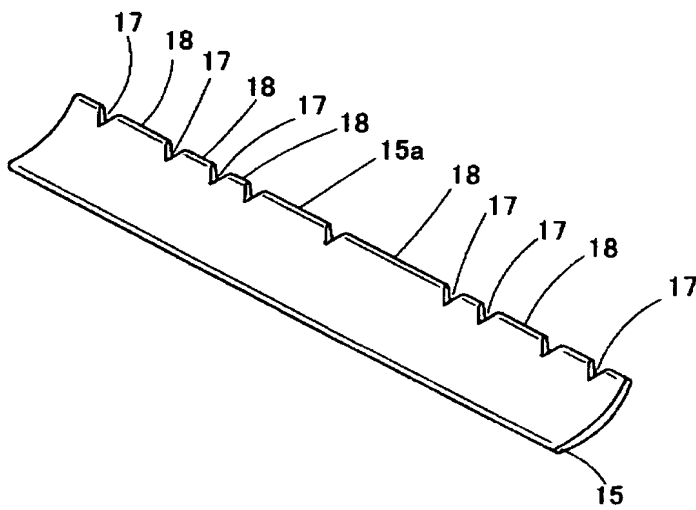
[図14]



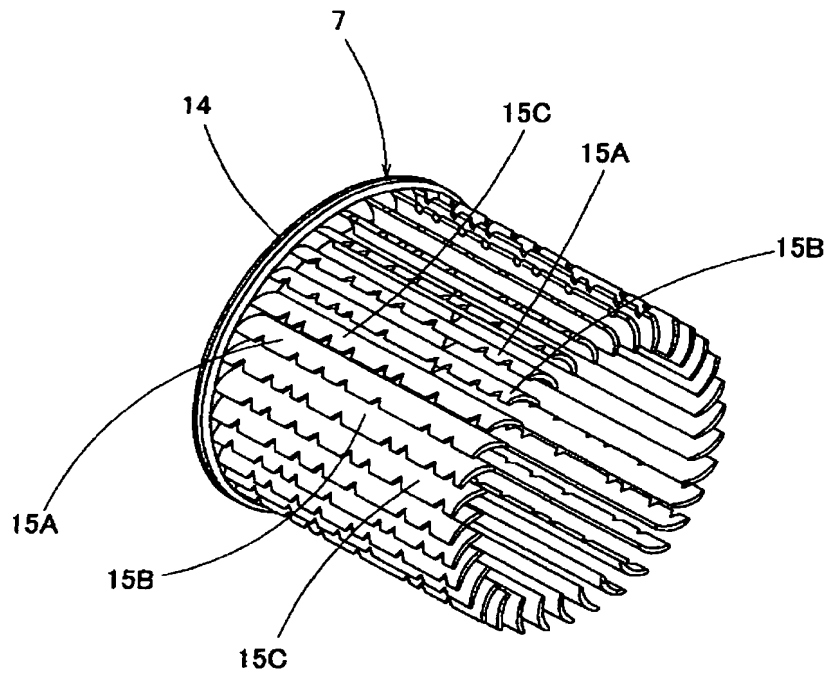
[図15]



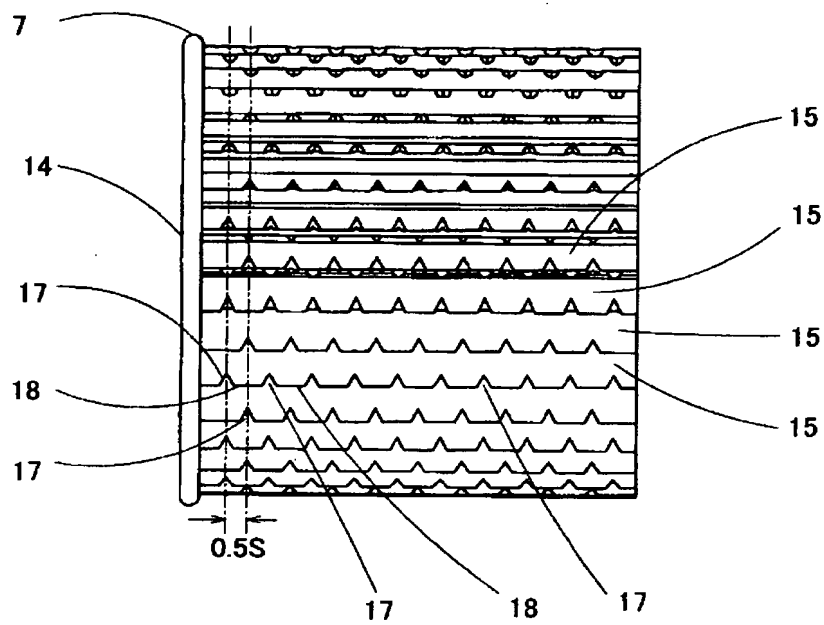
[図16]



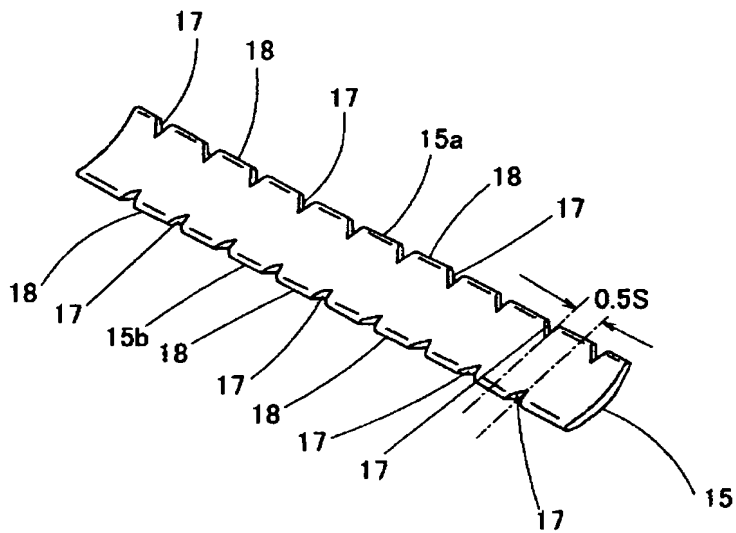
[図17]



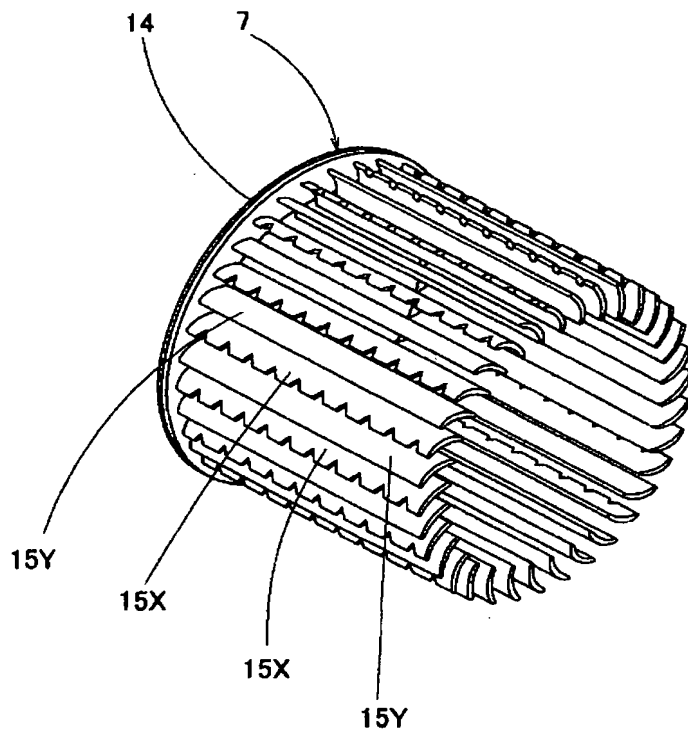
[図18]



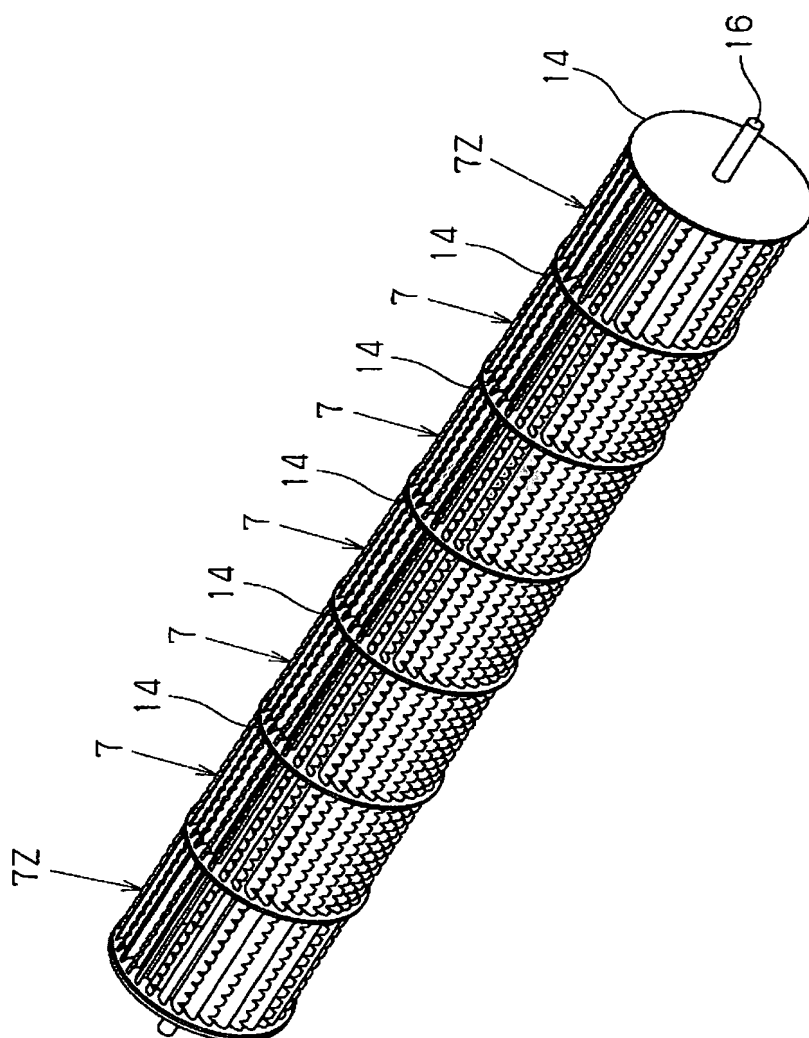
[図19]



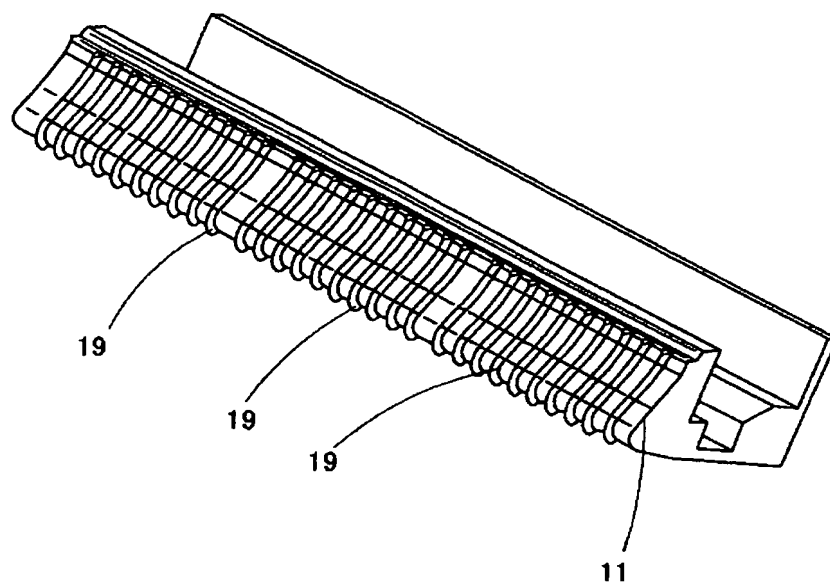
[図20]



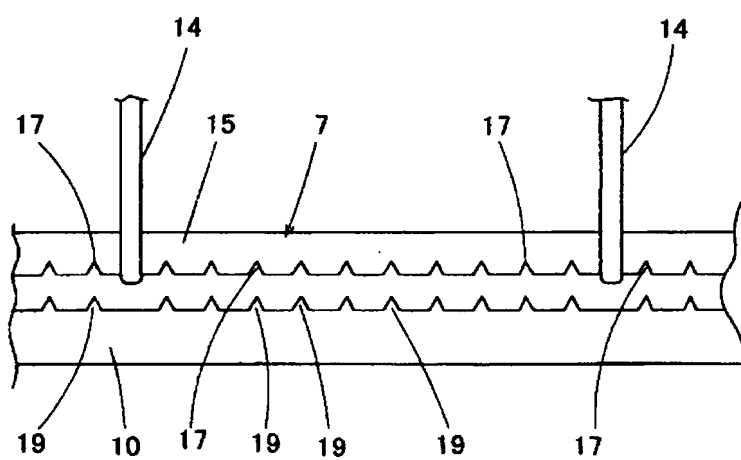
[図21]



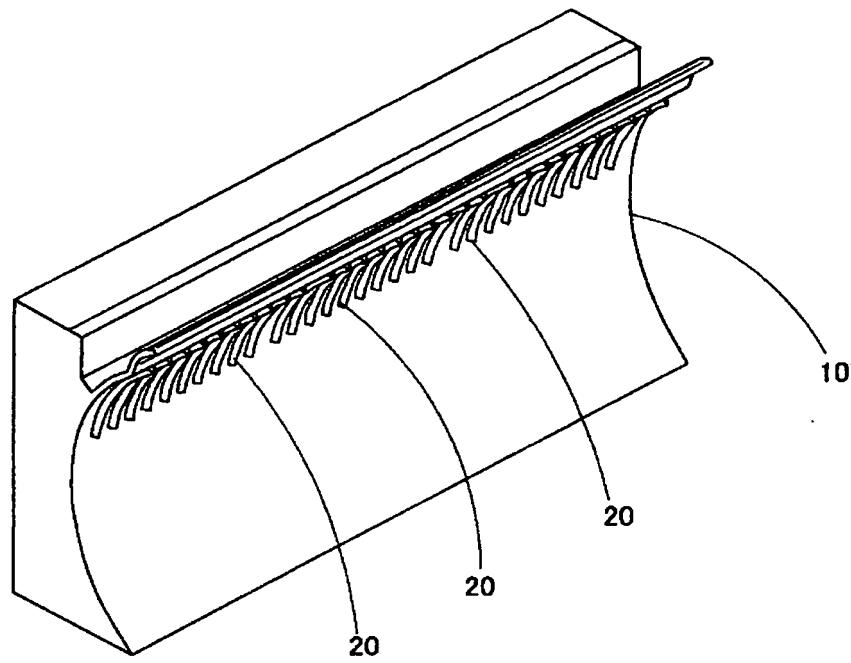
[図22]



[図23]



[図24]



[図25]

